GE Healthcare
Life Sciences

MidJet システム

はじめてお使いの方へ

1、はじめに 4
2、メンブメンの選定 4
3、システムのセットアップ 4
4、ポンプの操作方法 7
5、カートリッジの装着 8
6、新しいカートリッジの前処理 9
7、初期水透過流束の測定 10
8、ろ過条件の設定項目 10
9、精製例（サンプルの濃縮、脱塩・バッファー交換、回収） 11
10、カートリッジの洗浄 12
11、カートリッジの保存 12
12、システムの保存 12
13、付録 13

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社
ライフサイエンス統括本部
バイオダイレクトライン
TEL：03-5331-9336、FAX：03-5331-9370
e-mail：Tech-JP@ge.com

Revised 2014/07/28

GE imagination at work

安全上のご注意

必ずお守りください

弊社機器に関する一般的な注意事項を記載しています。取扱いの詳細は必ず製品添付の使用説明書をご覧ください。

誤った取扱いをした場合に生じる危険や損害の程度を、次の区分で説明しています。

⚠ 警告	誤った取扱いをした場合に、死亡や重傷を負う可能性があるもの。
⚠ 注意	誤った取扱いをした場合に、傷害または物的損害が発生する可能性があるもの。

図記号の意味は次の通りです

禁止	してはいけない「禁止」を示します。
	必ず実行していただく「強制」を示します。

⚠ 警告

禁止	**電源プラグの抜き差しにより、運転を停止しない** 火災・感電の原因になります。
禁止	**電源コードを途中で接続しない、タコ足配線をしない** 火災・感電・故障の原因になります。
禁止	**電源コード・電源プラグを傷つけない** ●加工しない ●束ねない ●ねじらない ●折らない ●物をのせない ●加熱しない ●無理に曲げない 破損して火災・感電の原因になります。
禁止	**修理・分解・改造はしない** 火災・感電の原因になります。
根元まで差込む	**電源プラグのほこりを取り除き、刃の根元まで確実に差込む** 接続が不十分だと、隙間にほこりが付着して火災・感電の原因になります。
指定の規格	**取扱説明書に指定された規格のコンセントを使用する** 指定された規格以外で使用すると火災・感電の原因になります。
禁止	**本体を水につけたり、水をかけたりしない** ショート・感電の原因になります。
禁止	**電源コードや電源プラグが傷んでいる、コンセントの差し込みがゆるいときは使わない** 感電・ショート・発火の原因になります。
禁止	**使用時や使用直後（運転停止後約 60 分間）は、操作に関係のない部位には触れない** 高温部に触れ、やけどの原因になります。
プラグを抜く	**異常時は、運転を停止して電源プラグを抜く** 異常のまま運転を続けると火災・感電の原因になります。
禁止	**同梱の電源コード・電源プラグ以外のコード・プラグを使用しない** 故障・火災・感電の原因になります。
禁止	**同梱の電源コード・電源プラグを他の電気機器に使用しない** 故障・火災・感電の原因になります。

注意

禁止

設置時は、次のような場所には置かない

●不安定な場所 ●湿気やほこりの多い場所 ●油煙や湯気が当たる場所 ●直射日光の当たる場所 ●風雨のあたる場所 ●熱器具の近く ●高温になる場所 ●吸・排気口をふさぐような場所

このような場所に置くと、ショートや発熱、電源コードの被膜が溶けるなどして、火災や感電、故障、変形の原因になることがあります。

禁止

ぬれた手で電源プラグを抜き差ししない

感電の原因になります。

水平

水平で丈夫な場所に設置する

プラグを持つ

電源プラグを持ってまっすぐ引き抜く

ななめに引き抜いたり、コードを持って抜くと、プラグの刃や芯線が破損してショート・感電・発火の原因になります。

低温室で使用する場合の注意

電源を入れる

装置を低温環境下でご使用になる場合、システム電源は常時入れておく

低温環境下で長時間システムの電源を落とした状態で放置すると、結露などにより故障の原因になります。ランプなどの消耗品は OFF にしておくと、劣化を防ぐことができます。

電源を入れない

装置を低温室から常温の場所に移動させる場合、常温に設置後、装置内の結露が無くなるまでシステム電源を入れない（状況により異なるが、通常半日から一昼夜）

感電・漏電火災の原因になります。

本マニュアルは MidJet システムに Kvick Start カートリッジを接続して限外ろ過（ろ過濃縮）する方法を中心に記載しています。使用方法の詳細については製品付属の英文マニュアルを参照してください。

製品の梱包物は開梱時にご確認下さい。開梱時に未確認のまま生じた不具合に関して、弊社では保証致しかねることがあります。

本システムを使用する場合は、供給電圧が 100～120 V の環境下でご使用ください。100 V 未満の環境下で使用した場合、ポンプ内部が過電流となり、フューズが飛んだり、起動できなかったりといった、ポンプの故障の原因となることがあります。運転中に 100 V 以下になる可能性がある場合は、ステップアップトランスにて、100～120 V に昇圧してご使用ください。

掲載内容は予告無しに変更することがありますので、あらかじめご了承下さい。

本マニュアルは以下 URL よりダウンロード可能です。
製品マニュアル： http://www.gelifesciences.co.jp/tech_support/manual/chrmem.asp
製品 Q&A： http://faq.gelifesciences.co.jp/

1、はじめに

このマニュアルは、MidJet システムに Kvick Start カートリッジを接続して限外ろ過（ろ過濃縮）する方法を中心に記載しています。詳細は製品付属の英文マニュアルをご参照下さい。

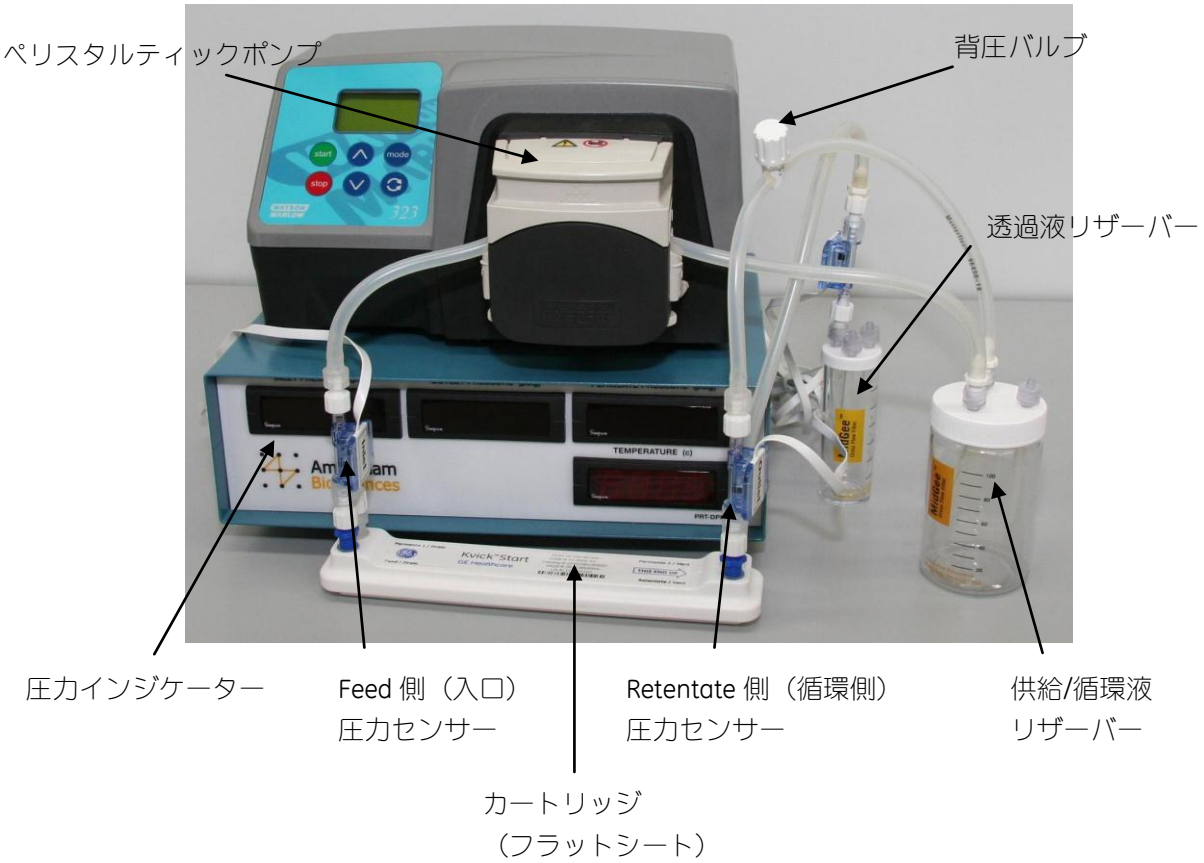
圧力センサー（Pressure transducer）は、pH、温度、アルコール、圧力に敏感で、着脱時の取り扱いにも注意が必要なパーツです。状況によっては、1 回の使用で破損してしまう場合もあります。安心して MidJet システムをご使用いただくために、予備の圧力センサーをご用意いただくことをお勧めいたします。

2、メンブメンの選定

適切なポアサイズ、ルーメン内径と膜面積のカートリッジを選択します。本システムではホローファイバータイプの MidGee カートリッジとフラットシートタイプの Kvick Start カートリッジが使用できます。また Kcick Lab Packet を Kvick Lab Packet ホルダーと組み合わせて使用することも可能です。Kvick Lab Packet ホルダーの使用方法に関しては、製品添付の説明書をご参照ください。

3、システムのセットアップ

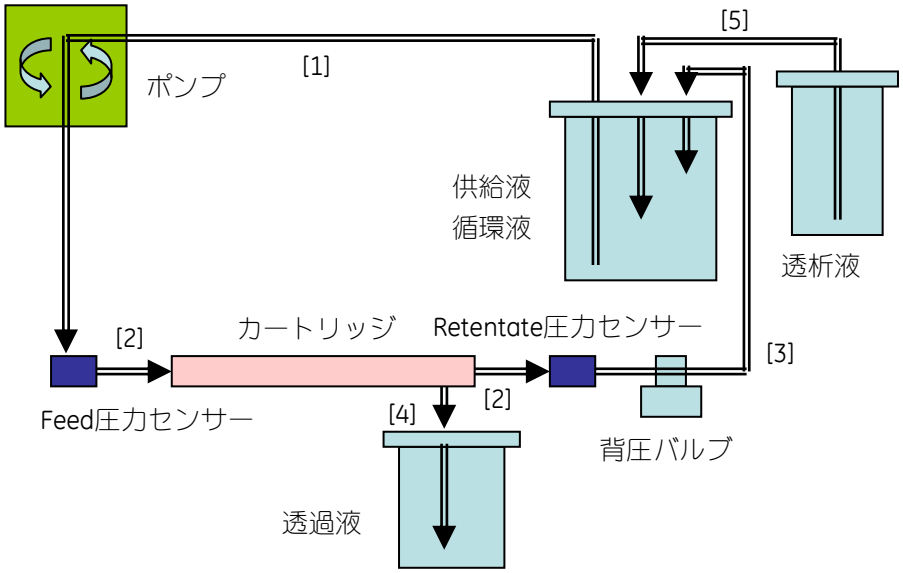
下図の例のようにシステムを組み上げます。実際の設置は使用するカートリッジやリザーバーの設置箇所、個数などにより変わります。



1）チュービング・コネクターの準備

チュービングの長さは設置状況に応じて切断します。各コンポーネントを仮設置してレイアウトを決めてから切断することをお勧めします。余裕を持って切断することで設置の自由度が増します。残液量を減らしたい場合は出来るだけ短めに切断します。なお、必要に応じてチュービングが抜けないよう、結束バンドでチュービングとコネクターを固定します。

・ルアーメス：白色コネクター
・ルアーオス：半透明コネクター



[1] 供給/循環液リザーバー～ポンプ～圧力センサー

	リザーバー側	圧力センサー側
MidGee	ルアーメス	ルアーメス
Kvick Start	ルアーメス	ルアーオス

[2] 圧力センサー～カートリッジ（圧力センサーとカートリッジを直結させない場合）

	圧力センサー側	カートリッジ側
MidGee	ルアーオス	ルアーメス
Kvick Start	ルアーメス	ルアーオス

カートリッジの入口、出口の両方に接続するため、2 セット用意します。

[3] 圧力センサー～供給/循環液リザーバー

	圧力センサー側	中間部	リザーバー側
MidGee	ルアーメス	背圧バルブ	ルアーメス
Kvick Start	ルアーオス		ルアーメス

[4] カートリッジ～透過液リザーバー

	カードリッジ側	リザーバー側
MidGee	ルアーメス	ルアーメス
Kvick Start	ルアーオス	ルアーメス

[5] 透析液リザーバー～供給/循環液リザーバー

透析液リザーバー側	供給/循環液リザーバー側
ルアーメス	ルアーメス

2）ペリスタルティックポンプへのチュービングのセット

チュービングは、ポンプヘッドのふたを開けて、チュービングを差し込み、ふたを閉めて固定します。手順については以下になります。

使用時のみ、チュービングを固定します。未使用時はポンプヘッドからチュービングを取り外します。

※ 使用するチュービング径に応じて、ポンプヘッドの下方にあるチュービング固定用のネジを回して、固定具合を調整します。締めが強すぎるとチュービングを切断する危険性があります。締めが緩すぎると、チュービングが回転に引きずられ、チュービングが移動すると共に送液が不十分になります。

3）圧力インジケーターの準備

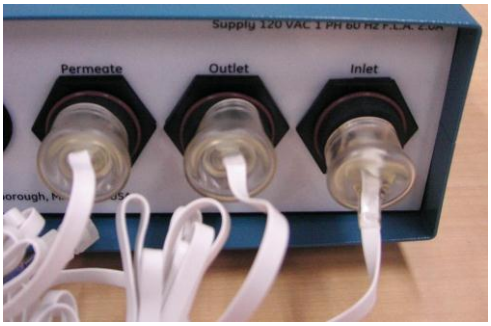
圧力センサーのケーブルを圧力インジケーター背面に接続します。背面から見て右側から以下の順になります。

Inlet：カートリッジ Feed 側のモニタリング

Outlet：カートリッジ Retentate 側のモニタリング

Permeate：カートリッジ Permeate 側のモニタリング（清澄化時のみ）

※圧力センサーの耐圧は 2 barg（29 psig）、最高温度は 30℃です。これらの条件を超過して使用する場合は、圧力センサーを外してご使用下さい。



※圧力センサーとコネクターを接続するときには、圧力センサーに力が加わらないように接続します。センサー部分を持って接続したり、過剰に力が加わったりすると、圧力センサーが物理的に破損し液漏れしたり、正しく表示されなくなることがあります。

4）リザーバーの準備

リザーバーには 120 ml 容量と 30 ml 容量の 2 種類があります。またそれぞれのフタには、コネクター付きとコネクターなしがあります。供給/循環液リザーバーの場合は 120 ml 容量のコネクター付きリザーバーを使用することをお勧めします。

供給/循環液リザーバーの場合、コネクター（チュービング）の接続は左から

・透析液のインレット（短チュービング）

・循環液のインレット（中チュービング）

・供給液のアウトレット（長チュービング）

になります。

4、ポンプの操作方法

正面のタッチパネルを使い、ポンプの制御をします。

start	送液を開始します。	∧	送液（回転数）を速くします。		
stop	送液を停止します。	∨	送液（回転数）を遅くします。	⟳	送液方向（回転方向）を変更します。

ポンプの回転数は 15～400 rpm（5 rpm 単位）、流量範囲は size 16 チュービングで 15～400 ml/min、size 14 チュービングで 4.1～110 ml/min です。

5、カートリッジの装着

1）袋を開封し、カートリッジを取り出します。

注意 メンブレン保存を目的とし、袋およびカートリッジの内部には、NaOH を含む溶液が使用されています。開封時には保護用手袋などの保護具を着用して下さい。稀に袋内の保存液の一部が着色している場合がありますが、メンブレンの品質には影響しません。開封後、カートリッジ表面に付着した保存液は超純水などで洗い流します。

2）Kvick Start を使用する場合は、カートリッジ両端に装着されている樹脂製キャップを取り外します。

3）カートリッジに Kvick Start 付属のコネクターを、ガスケットを挟み込んで接続します。Feed、Retentate に青色のコネクターを、Permeate 1、Permeate 2 に半透明のコネクターを接続します。Permeate 1 には白色のキャップを取り付けます（黒いストッププラグがあれば、代用可能です）。

4）カートリッジのルアーロックと、チュービング先端のルアーロックコネクターを接続します。

6、新しいカートリッジの前処理

カートリッジは、メンブレンの乾燥を防ぐために、メンブレンのポア内がエタノールとグリセロール溶液で前処理されています。使用前に下記の手順に従ってこれらの保存液を洗い流します。

1）精製水を 1 L 以上用意します。
2）供給/循環液リザーバーに精製水を入れます。
3）透過液チュービングおよび未透過液チュービングの出口を廃液容器に接続します。
4）出口背圧バルブを全開にします。また透過液チュービングは市販されているクリップなどを用い、閉鎖します。
5）ポンプおよび圧力インジケーターの電源（本体背面）を入れます。
6）ポンプを作動させます（徐々に流速を上げ、2～3 分で以下条件になるよう送液します）。
MidGee：50～100 ml/min
Kvick Start：入口圧 15～25 psig
5 分程度送液し、保存液の洗浄とカートリッジ内のエアーを除去します。
7）出口背圧バルブを調整します。また透過液チュービングを閉鎖しているクリップを外します。
MidGee：平均膜間差圧（TMP）がポアサイズ 1,000 NMWC、3,000 NMWC で 15 psig、5,000～30,000 NMWC で 10 psig、それ以上のポアサイズで 5 psig となるように調整します。必要に応じて、ポンプ流速を調整します。

$$※\ 膜間差圧（TMP）= \frac{（入口圧）+（出口圧）}{2} -（透過圧）$$

透過圧をモニターしていない場合は、透過圧を 0 psig として計算します。
Kvick Start：入口圧 15～25 psig、出口圧 3～10 psig
8）リンス中の未透過液と透過液は、カートリッジに循環させず、両方とも廃棄します。Kvick Start の場合、30 分のリンスで透過液が 230 ml 以上回収されたことを確認します。
9）精製水によるリンス液量は、MidGee では 500 ml 以上、Kvick Start では 600 ml 以上になります。

Tips
50℃以下に温めた精製水を使用するとリンス効率が高まることがあります。この場合、圧力センサーを外して使用します（温度上限が 30℃のため）。

7、初期水透過流束の測定

カートリッジの状態の指標として、リンス後に精製水による初期水透過流束（Initial Water Flux）を測定します。使用後にカートリッジを洗浄した後の Flux 値との比較が行えるようにするため、また次回使用するときと比較するときの為に、再現しやすい条件下で測定する必要があります。次のパラメーターを確認します。

・水温
・カートリッジの入口圧
・カートリッジの出口圧
・透過流の圧力（Kvick Start の場合は任意）

＜初期水透過流束の測定方法＞

1）供給/循環液リザーバー内に精製水（20℃）を入れます。
2）未透過流チュービングと透過液チュービングをリザーバーに接続します。
3）出口背圧バルブを開放します。
4）ポンプを作動させます。
5）MidGee：ポンプ流速を 50～100 ml/min に設定します。
6）カートリッジ出口背圧バルブを少し閉め、その時のカートリッジ入口圧、出口圧を記載して、そのときの透過流量をメスシリンダーで計量します。
7）出口バルブの開閉度を変えながら 3～4 ポイントでデータを取ります。
8）透過流束（Flux）を以下の式から計算します。

$$\text{透過流束 Flux（lmh）} = \frac{\text{透過液量（ml/min）}}{\text{カートリッジの膜面積（m}^2\text{）}} \times 0.06$$

8、ろ過条件の設定項目

装着するメンブレンとアプリケーションによってろ過運転条件が異なります。スケールアップを行う場合は、予め少量試験で運転条件の至適化を行うことを推奨いたします。

・ペリスタルティックポンプの循環流量の調整
・循環側出口バルブの開度の調整
・透過側出口バルブの開度の調整

9、精製例（サンプルの濃縮、脱塩・バッファー交換、回収）

Kvick Start を使用した場合

注意：
MidJet システムの最小循環液量は 10 ml です。これを考慮した実験系を組みます。
例）10 倍濃縮したい場合の開始サンプル量
10 ×10 ml = 100 ml
開始サンプルの最小量は 100 ml です。

1）カートリッジの調製

1-1）供給/循環液リザーバーに 0.2 μm のフィルターでろ過した 100 ml のバッファーを加えます。
1-2）出口背圧バルブを開放します。
1-3）ポンプを始動します。徐々に流速を上げます（40～50 ml/min）。
1-4）5 分程度循環させるとシステム内がバッファーに交換されます。
1-5）供給液/循環液リザーバーに入っている溶液を廃棄します。

2）サンプルの濃縮

2-1）供給/循環液リザーバーに 0.2 μm のフィルターでろ過したサンプルを加えます。
2-2）ポンプを始動します。徐々に流速を上げます（20～60 ml/min）。
2-3）Permeate に液が透過されるまで出口背圧バルブを徐々に締めます。

3）サンプルの脱塩、バッファー交換

3-1）供給/循環液リザーバーにサンプルと同量のバッファーを加えるか、密閉型の供給/循環液リザーバーにサンプルと同量のバッファーを入れた透析液リザーバーまたはボトルを接続します。
3-2）ポンプを始動します。徐々に流速を上げます（20～60 ml/min）。
3-3）Permeate に液が透過されるまで出口バルブを徐々に締めます。
3-4）上記操作を 3 回繰り返すと、約 80%以上、5 回繰り返すと約 90%以上のバッファーが交換されます。

4）サンプルの回収

4-1）濃縮やバッファー交換が終了したら、供給/循環液リザーバーからチュービングを外します。
4-2）出口背圧バルブを開放します。
4-3）ポンプを始動し、空気を送り、中に溜まったサンプルを押し出します。
4-4）サンプルの粘度が高く、うまく回収できない場合は、必要に応じてシリンジにバッファーを採り、チュービングにシリンジを接続して押します。
4-5）シリンジの中を空にして、空気で中に溜まったサンプルを押し出します。

Tips
バッファーでの押し洗いにより回収率が高まりますが、同時に希釈されます。この希釈を前提とし、目的の濃縮度よりも高めに濃縮されることをお勧めします。

10、カートリッジの洗浄

使用後、カートリッジは以下の手順に従って洗浄します。

1）ろ過操作が終了したら、バッファーでカートリッジを洗浄します（メンブレン表面に残った濃縮物を除去するため）。
2）精製水で十分にカートリッジをリンスし、溶液を置き換えます。
3）圧力センサーをラインから外します。
4）0.5M NaOH 溶液を調製します。
5）4 で調製した溶液 100 ml を 50℃に温めて供給/循環液リザーバーに入れ 1 時間循環させます。溶液の温度が低いと洗浄に時間がかかります。
6）洗浄液を精製水で十分リンスした後、水透過流束を計測します。90%以上の回復率であれば洗浄は良好です。
7）回復率が悪い場合は、3 の操作から洗浄を繰り返します。

注意： NaOH での洗浄の際は、必ず圧力センサーを外して洗浄します（圧力センサーの破損につながります）。

11、カートリッジの保存

カートリッジは湿らせて、あるいはグリセロール溶液で処理して保存します。保存前に精製水でカートリッジを十分フラッシング、洗浄、リンスします。2 週間以内の短期間保存する場合、カートリッジは水で湿らせるだけで結構です。1 ヶ月以内の保存の場合、カートリッジに保存液を充填して全ての接続部と透過流の出口をシールするか、もしくは保存槽に浸漬します。保存液に適している溶液は次の通りです。

・0.1 M NaOH
・30%エタノール水溶液

※1 ヶ月以上の保存の場合、メンブレンが湿っているかどうかを定期的に調べます。次回使用前に 0.5M NaOH でカートリッジをリンスすることをおすすめします。

次回使用前に保存液を十分精製水でリンスします。

Kvick Start の場合、出荷時にカートリッジ両端に装着されている樹脂製キャップには、カートリッジの密栓は出来ません。また、ストッププラグを装着した場合でも、ネジが緩む場合があります。

12、システムの保存

ポンプに装着されているチュービングは、期間に関わらず、未使用時にはふたを開き、チュービングを取り出した状態で保存します。チュービングを装着したままの場合には、チュービングが固着、変形する恐れがあります。

数日以上使用しない場合は、精製水で洗浄したシステム（チュービングやリザーバー）は、分解し、乾燥させた状態で保存します。システム内部に溶液が残っている場合、微生物が繁殖する恐れがあります。

13、付録

1）アクセサリー&消耗品

	製品名	コード番号	容量
1	Pressure transducer（圧力センサー）	56-4106-14	1 個
2	Pressure transducer（圧力センサー）	56-4106-15	2 個
3	Size 14 tubing, 1/16-in (1.6 mm) ID (silicone)	56-4106-16	3.1m
4	Size 16 tubing, 1/8-in (3.1 mm) ID (silicone)	56-4106-17	3.1m
5	Female Luer-Lok x 1/8-in tubing barb (nylon)	56-4105-75	10 個
6	Female Luer-Lok x 3/32-in tubing barb (nylon)	56-4105-76	10 個
7	Luer Fittings 1.5mm id VRM106	72-1106-01	10 個
8	Luer Fittings 3.0mm id VRM306	72-1107-01	10 個
9	Back pressure valve for size 14 and 16 tubing (nylon)	56-4105-88	1 個
10	Kvick Lab Packet Holder	11-0006-70	1 式
11	Kvick UNF accessory Kit	11-0006-71	1 式
12	Kvick Lab holder torque wrench	56-4112-84	1 式

1, 2

5

6

7

8

9

2）ポンプ流速換算表（ml/min）

	15 rpm	25 rpm	50 rpm	100 rpm	200 rpm	300 rpm	400 rpm
Size 14 tubing	4.1	6.9	13.8	27.5	55	82.5	110
Size 16 tubing	15	25	50	100	200	300	400

Size 14 tubing

$$流速（ml/min）＝110\times\frac{回転数（rpm）}{400}$$

$$回転数（rpm）＝400\times\frac{流速（ml/min）}{110}$$

Size 16 tubing

$$流速（ml/min）＝400\times\frac{回転数（rpm）}{400}$$

$$回転数（rpm）＝400\times\frac{流速（ml/min）}{400}$$

3）圧力換算表（1 bar = 0.1 MPa = 14.5 psi）

単位	psi	bar	MPa
1 psi	1	0.069	0.0069
1 bar	14.5	1	0.1
1 MPa	145	10	1